

Compiladores
Aula 5
Análise Léxica
De AFND para AFD

Prof. Dr. Luiz Eduardo G. Martins

UNIFESP



De AFND para AFD

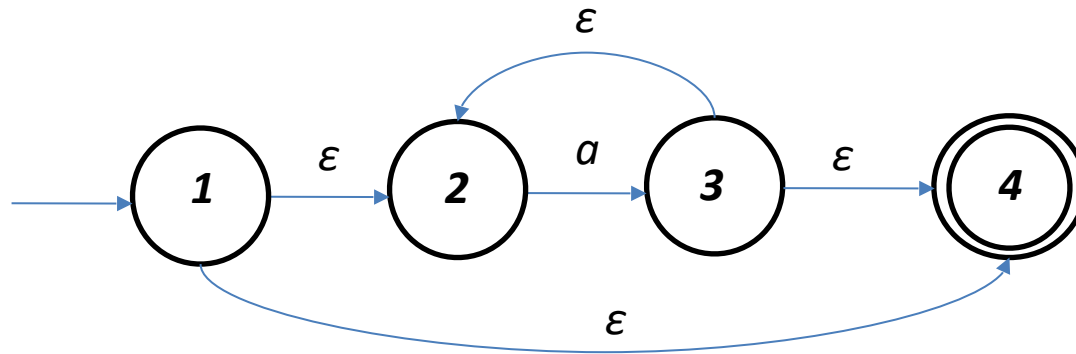
- Um programa que implementa um AFD é mais eficiente no reconhecimento de cadeias do que um programa que implementa um AFND
- Por esse motivo, é vantajoso encontrar o AFD equivalente ao AFND
- **Construção de Subconjuntos**
 - Algoritmo para a construção de um AFD a partir de um AFND
 - Ideia geral: cada estado do AFD construído corresponde a um conjunto de estados do AFND

De AFND para AFD

- O algoritmo de construção de subconjuntos requer a eliminação das *ϵ -transições* do AFND
- A eliminação das *ϵ -transições* requer a construção de *ϵ -fechos*
- *ϵ -fecho* de um estado s é o conjunto de estados atingíveis por uma série de zero ou mais *ϵ -transições*
 - Denotamos esse conjunto como \bar{s}
 - O *ϵ -fecho* de um estado sempre contém o próprio estado

De AFND para AFD

- *ϵ -fecho* - Exemplo
 - Considere o AFND correspondente à expressão regular a^*



- Temos_
 - $1 = \{1, 2, 4\}$
 - $2 = \{2\}$
 - $3 = \{2, 3, 4\}$
 - $4 = \{4\}$

De AFND para AFD

- Definimos o ε -fecho de um conjunto de estados como a união dos ε -fechos de cada estado individual

$$\bar{S} = \bigcup_{s \in S} \bar{s}$$

- Exemplo
 - Considere o AFND da expressão regular a^*
 - $\{\overline{1, 3}\} = \{1, 2, 3, 4\}$

De AFND para AFD

- Construção de Subconjuntos

- Denominaremos de \overline{M} AFD construído a partir do AFND M

- 1º passo: computamos o ϵ -fecho do estado inicial de M , que passa a ser o estado inicial de \overline{M} , resultando no conjunto S
- 2º passo: para o conjunto S , e para cada conjunto subsequente, computamos transições de caracteres a , que denotamos da seguinte forma:

$$S'_a = \{t \mid \text{para algum } s \text{ em } S \text{ existe uma transição de } s \text{ para } t \text{ em } a\}$$

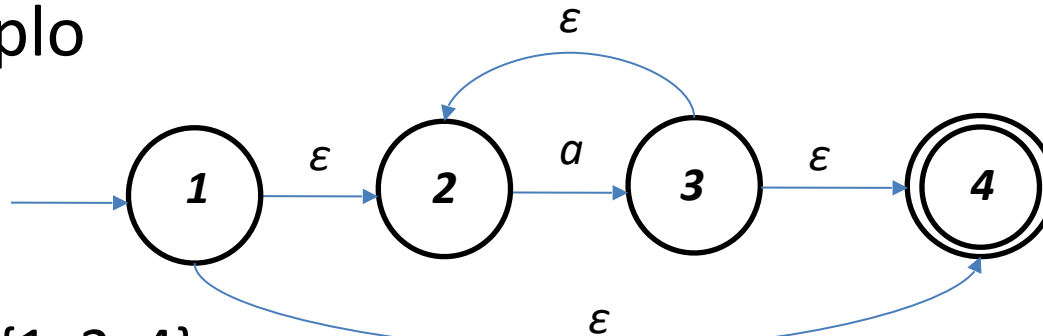
- 3º passo: computamos S'_a (ϵ -fecho de S'_a)
 - Isso define um novo estado na construção de subconjuntos, juntamente com uma nova transição $S \xrightarrow{a} S'_a$
 - Aplicamos os passos 2 e 3 no conjunto resultante de S'_a e assim sucessivamente até que novos estados e transições não sejam mais criados

De AFND para AFD

- Construção de Subconjuntos

- 4º passo: marcamos como estados de aceitação de \overline{M} os subconjuntos que contenham estados de aceitação de M

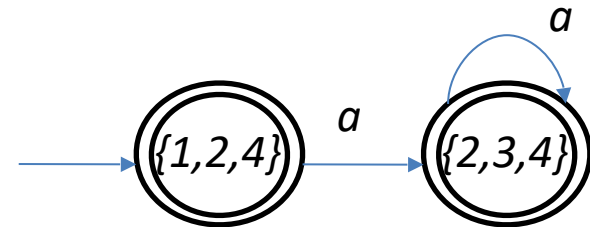
– Exemplo



$$\{\overline{1}\} = \{1, 2, 4\}$$

$$\{\overline{1, 2, 4}\}_a = \{\overline{3}\} = \{2, 3, 4\}$$

$$\{\overline{2, 3, 4}\}_a = \{\overline{3}\} = \{2, 3, 4\}$$



Fazer exemplos 2.16 e 2.17 (Louden)

De AFND para AFD

- Minimização de estados em um AFD

- Os algoritmos apresentados para construir um AFD a partir de uma expressão regular, não garantem um AFD com o menor número de estados
- É importante encontrarmos um AFD ótimo, ou seja, com o número mínimo de estados
- Pela teoria de autômatos, dado um AFD, existe um AFD equivalente com um número mínimo de estados, o qual é único

De AFND para AFD

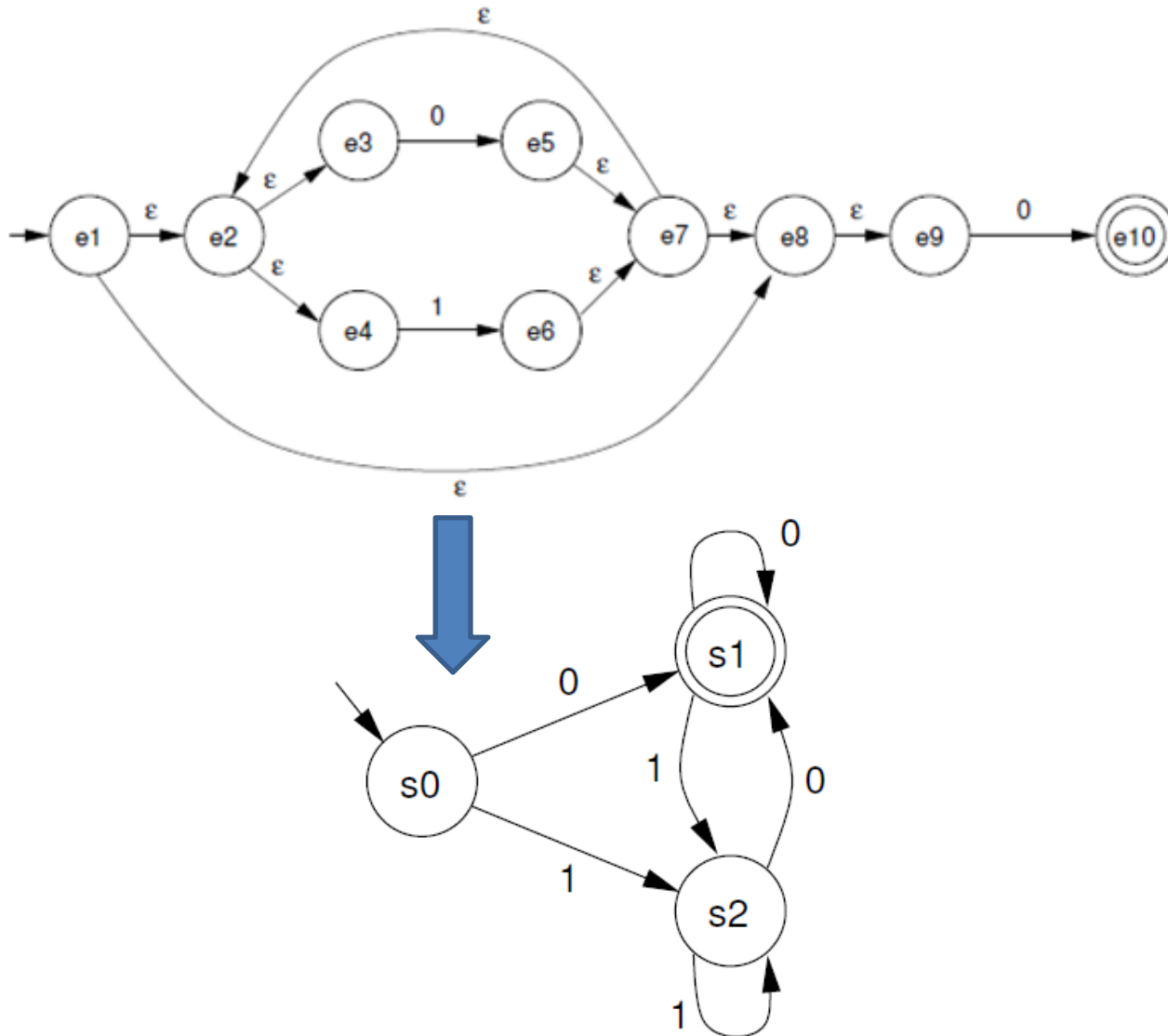
- Minimização de estados em um AFD
 - ▶ Método da construção de subconjuntos gera autômato finito determinístico
 - ▶ Possivelmente, com estados redundantes
 - ▶ Procedimento de minimização permite obter autômato equivalente com menor número de estados
 - ▶ Baseado no particionamento sucessivo do conjunto de estados

De AFND para AFD

- Minimização de estados em um AFD
 - Particionar os estados do AFD (inicialmente em dois conjuntos)
 - $C_1 = \{\text{todos estados de aceitação}\}$
 - $C_2 = \{\text{todos estados que não são de aceitação}\}$
 - Avaliar as transições de estados em cada conjunto
 - Se as transições levarem para conjuntos de estados idênticos, os estados analisados são redundantes
 - Combinar estados redundantes (se identificados)

De AFND para AFD

$(0|1)^*0$



De AFND para AFD

- Minimização de estados em um AFD

► Para o autômato obtido para a expressão $(0 \mid 1)^* 0$

1. Partição inicial $P_1 = \{C_1, C_2\}$, com

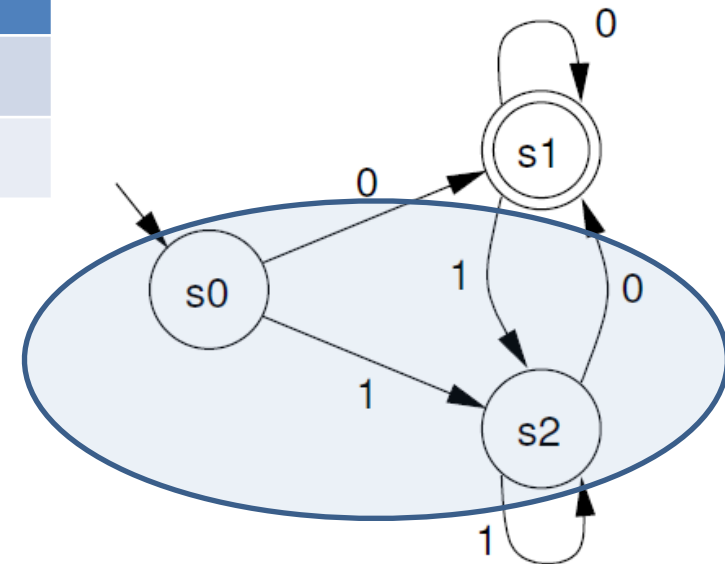
$$C_1 = \{s1\}$$

$$C_2 = \{s0, s2\}$$

2. Para a partição C_2 :

	s_0	s_2
0	s_1	s_1
1	s_2	s_2

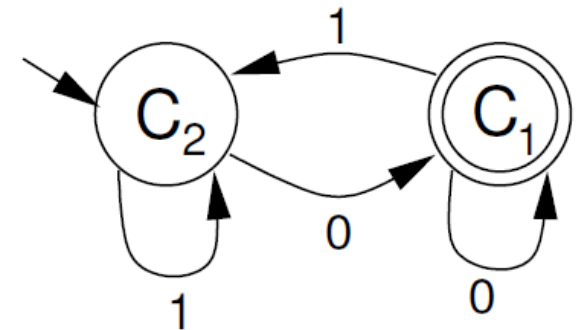
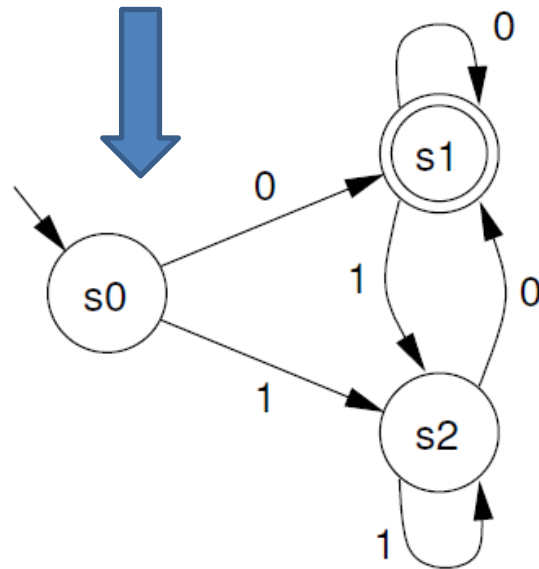
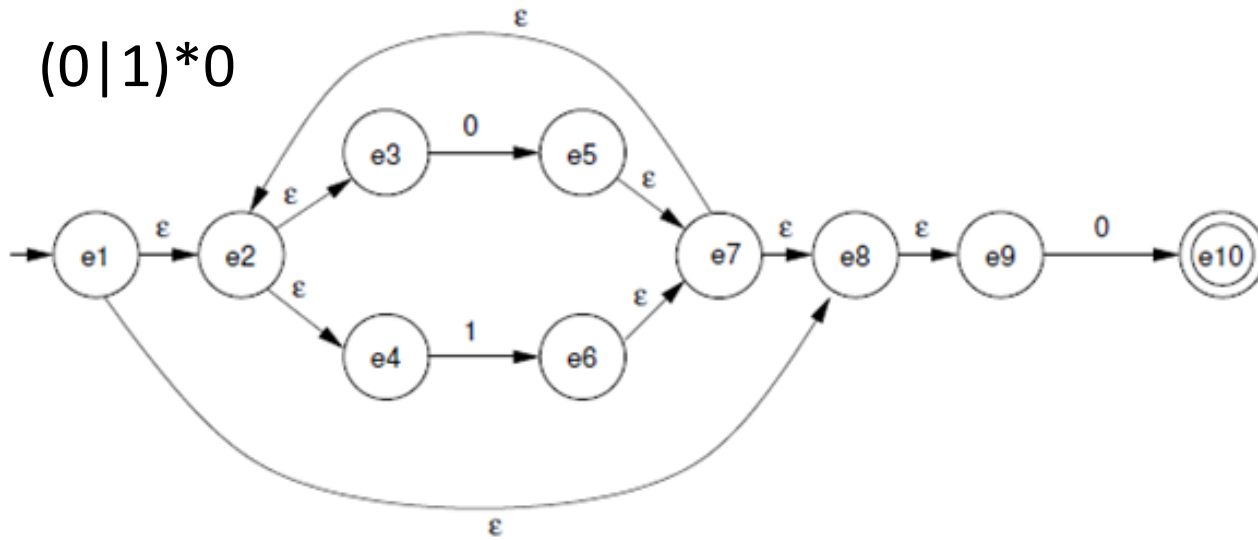
⇒ Estados s_0, s_2 são redundantes



Para uma discussão mais detalhada sobre o tema de minimização de estados de um AFD, **ver Aho et al. Seção 3.9.6**

De AFND para AFD

$(0|1)^*0$



De AFND para AFD

- Bibliografia consultada

LOUDEN, K. C. **Compiladores: princípios e práticas.**

São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2004

RICARTE, I. **Introdução à Compilação.** Rio de Janeiro:
Editora Campus/Elsevier, 2008

AHO, A. V.; LAM, M. S.; SETHI, R. e ULLMAN, J. D.

Compiladores: princípios, técnicas e ferramentas.

2ª edição – São Paulo: Pearson Addison-Wesley,
2008